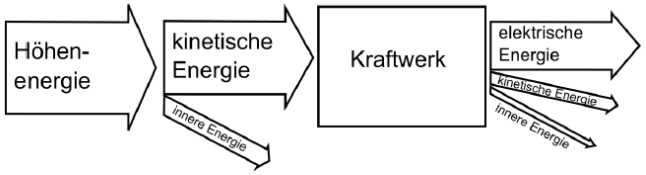
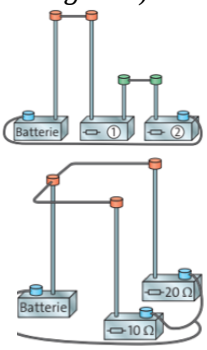
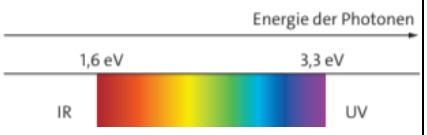
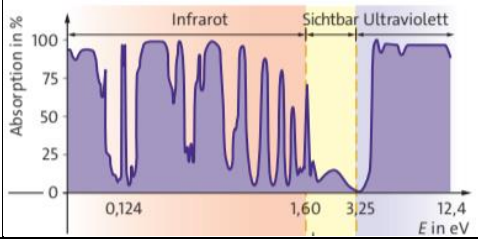
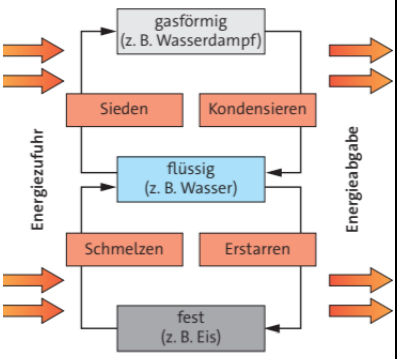
Grundkompetenzen	Inhalte
1. Energie als Erhaltungsgröße	
• die Energie als physikalische Größe kennen und den Energieerhaltungssatz formulieren	Formelzeichen der Energie: E; Einheit: $[E] = 1$ J (Joule) Energie kann in verschiedenen Formen vorliegen (z. B. Höhen-, Bewegungs-, Spannenergie, innere, chemische, elektrische Energie). Energieerhaltungssatz: In einem abgeschlossenen System bleibt die Gesamtenergie erhalten, d. h. die Summe aller Energieformen ist konstant.
• die Umwandlung von Energieformen bei Vorgängen in Technik und Natur beschreiben	Beispiel: Energieflussdiagramm eines Wasserkraftwerks: 
• die Formeln für Höhenenergie und kinetische Energie kennen	Höhenenergie: $E_h = m \cdot g \cdot h$ (mit $g = 9{,}81\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) kinetische Energie: $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2$
• Energiebilanzen bei mechanischen Vorgängen aufstellen und Größen berechnen	Beispiel: Berechne die Geschwindigkeit nach 1,5 m freiem Fall. $E_{kin,unten} = E_{h,oben} \quad \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = mgh$ $\Rightarrow \quad v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1{,}5\ \text{m}} \approx 5{,}4\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$
• die verrichtete Arbeit bei Energiebilanzen miteinbeziehen und berechnen	Wenn sich die Energie eines Körpers ändert, wird Arbeit verrichtet: verrichtete Arbeit = Änderung der Energie $W = \Delta E$ Wenn die Kraft F, die auf den Körper wirkt, konstant ist und parallel zum Weg s, den er zurücklegt, dann gilt: $W = F \cdot s$
• Definition der Leistung kennen	Leistung $= \frac{\text{verrichtete Arbeit}}{\text{benötigte Zeit}}$; $P = \frac{W}{\Delta t}$; $[P] = 1$ W (Watt)
• die Größen Kraft, Energie, Arbeit, Leistung unterscheiden und deren Zusammenhänge beschreiben	$1\ \text{W} = 1\,\frac{\text{J}}{\text{s}}$, wobei $1\ \text{J} = 1\ \text{N} \cdot \text{m}$ und $1\ \text{N} = 1\ \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ Energieeinheit $1\ \text{kWh} = 1000\ \text{W} \cdot 3600\ \text{s} = 3{,}6\ \text{MJ}$
• ein Experiment zur Bestimmung der Leistung des menschlichen Körpers planen und auswerten, Versuchsprotokoll erstellen	z. B.: m, h und t beim Treppenlauf messen, $P = \frac{mgh}{t}$ Versuchsprotokoll: vorher Aufgabenstellung und Materialien notieren, Durchführung beschreiben, Messwerte notieren, Berechnungen durchführen und Ergebnis formulieren
• die elektrische Ladung als physikalische Größe kennen und ihren Zusammenhang mit der Elementarladung und mit der Stromstärke verstehen	Die el. Ladung Q eines Körpers gibt an, wie groß sein Elektronenüberschuss bzw. -mangel ist. Sie ist immer ein ganzzahliges Vielfaches der Elementarladung: $Q = N \cdot e$, wobei $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C (Coulomb) beträgt. Die el. Stromstärke gibt an, wie viel Ladung pro Zeiteinheit durch einen Leiterquerschnitt fließt: $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ Einheiten: $1\ \text{A} = 1\,\frac{\text{C}}{\text{s}} \quad \Leftrightarrow 1\ \text{C} = 1\ \text{As}$ Bsp.: Wie viele Elektronen fließen bei einer Stromstärke von 50 mA pro Minute durch einen Leiterquerschnitt? $Q = I \cdot t = 0{,}05\ \text{A} \cdot 60\ \text{s} = 3{,}0\ \text{C}$ $N = \frac{Q}{e} = \frac{3\ \text{C}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \text{C}} \approx 1{,}9 \cdot 10^{19}$

(Abbildungen aus dem Lehrbuch Duden Physik 9, Cornelsen-Verlag)

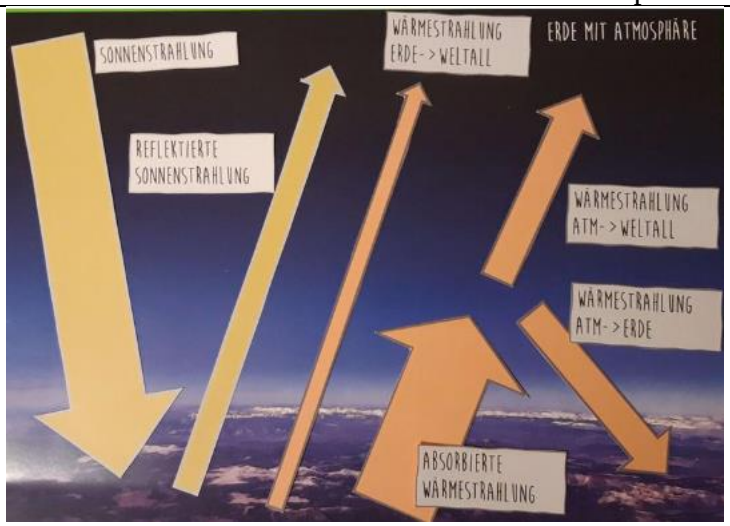
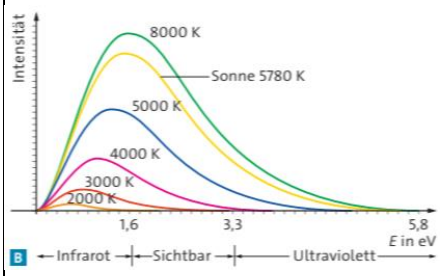
• das elektrische Potential als Analogon zur Höhe im Wasserkreislauf verstehen; daraus auf die Abhängigkeit der el. Energie von der Spannung (= Potentialdifferenz) schließen	So wie die Höhenenergie $E_h = mgh$ von der Höhe abhängt, wird die el. Energie vom Potential φ bestimmt: $E_{el} = Q \cdot \varphi$. ⇒ Durchläuft eine Ladung Q die Spannung U, so ist dafür die Energie $\Delta E = Q \cdot \Delta\varphi = Q \cdot U$ nötig (so wie beim Hochpumpen der Masse m die Höhenenergie $\Delta E = mg \cdot \Delta h$).
• anhand des Modells den Zusammenhang von Spannungen und Stromstärken bei Reihen- und Parallelschaltungen verstehen	Bei einer Reihenschaltung addieren sich die Spannungen (analog zu den Höhenunterschieden), die Stromstärken sind gleich; bei einer Parallelschaltung sind die Spannungen gleich (wie die Höhenunterschiede), die Stromstärken addieren sich. 
• el. Leistung berechnen	$P_{el} = \frac{\Delta E_{el}}{\Delta t} = \frac{\Delta Q \cdot U}{\Delta t} = I \cdot U$ Aus $E_{el} = P_{el} \cdot t = U \cdot I \cdot t$ ergibt sich 1 J = 1 Ws = 1 VAs.
• in einer Schaltung mit mehreren Widerständen die el. Leistung an den einzelnen Widerständen messen	Messung von Spannung (Voltmeter parallel zum Widerstand) und Stromstärke (Amperemeter in Reihe) ⇒ el. Leistung
• den Wirkungsgrad als Verhältnis von nutzbringender und zugeführter Energie verstehen und bei der Bewertung der Umweltverträglichkeit eines Geräts berücksichtigen	Wirkungsgrad: $\eta = \frac{E_{nutz}}{E_{zu}} = \frac{P_{nutz}}{P_{zu}}$ η ist im Idealfall 100 %, in der Realität aber stets kleiner. Je kleiner der Wirkungsgrad, desto mehr Energie muss zugeführt werden, um eine bestimmte Energie nutzen zu können. Eine Bewertung hängt von der Auswahl und Gewichtung der Kriterien ab.
2. Atome	
• das Photonenmodell des Lichts und seine Eigenschaften kennen	Photonenmodell: Licht ist ein Strom von Photonen; die Energie eines Photons bestimmt die Farbe des Lichts; ein Photon kann nur als Ganzes erzeugt oder absorbiert werden. 
• die Einheit 1 eV verwenden	1 eV (Elektronenvolt) ist die Energie, die ein Elektron erhält, wenn es die Spannung 1 V durchläuft: $1\ \text{eV} = e \cdot 1\ \text{V} = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \text{J}$
• das Energiestufenmodell des Atoms zusammen mit dem Photonenmodell verwenden, um Emissions- und Absorptionsspektren zu erklären	Jedes Atom besitzt diskrete Energieniveaus, die charakteristisch für das jeweilige Element sind. Beim Übergang auf ein niedrigeres Niveau wird die Energiedifferenz als Photon abgegeben. Deshalb kommen im Emissionsspektrum eines Gases nur ganz bestimmte Linien (entsprechend den Photonenenergien) vor. Im Absorptionsspektrum sind an denselben Stellen schwarze Linien, da die Photonen mit der entsprechenden Energie absorbiert werden.
• Fluoreszenz erklären	Fluoreszenz: Anregung durch energiereiche Photonen (UV) und anschließende Emission im sichtbaren Bereich
• Absorptionsspektrum der Erdatmosphäre interpretieren	 Ein Großteil der Sonnenstrahlung (im IR und UV) wird durch die Atmosphärengase absorbiert.

(Abbildungen aus dem Lehrbuch Duden Physik 9, Cornelsen-Verlag)

3. Wärmelehre

• das Teilchenmodell verwenden, um folgende Eigenschaften von Körpern erklären zu können:	Alle Stoffe bestehen aus kleinen Teilchen, die man sich als kleine Kügelchen vorstellen kann. (Dieses Modell muss man von der Wirklichkeit unterscheiden können.) Die Teilchen befinden sich in Bewegung und es wirken Kräfte zwischen ihnen.
• absolute Temperatur	Die Temperatur ist ein Maß für die mittlere kinetische Energie der Teilchen. Am absoluten Temperaturnullpunkt (0 K entspricht ca. -273 °C) bewegen sich die Teilchen nicht.
• innere Energie	Die innere Energie eines Körpers ist die Summe aus kinetischer und potentieller Energie der Teilchen.
• Aggregatzustände	Der Aggregatzustand (fest/flüssig/gasförmig) wird vom Abstand der Teilchen und den Kräften zwischen ihnen bestimmt. 
• Druck	Der Druck p gibt an, wie groß die Kraft F ist, die die Teilchen senkrecht auf eine Fläche A ausüben: $p = \frac{F}{A}$ $[p] = 1\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2} = 1$ Pa (Pascal)
• Zusammenhang zwischen Druck, Volumen und Temperatur eines Gases	In Gasen gilt: Bei konstantem Volumen: Je größer *T*, desto größer *p*. Bei konstanter Temperatur: Je größer *V*, desto kleiner *p*. Bei konstantem Druck: Je größer *T*, desto größer *V*.
• Druckunterschiede als Ursache für Teilchenströme	Strömungen in Flüssigkeiten und Gasen (z. B. Wind) benötigen einen Antrieb wie Druck- oder Höhenunterschiede.
• Wärme als physikalische Größe kennen und bei der Energieerhaltung miteinbeziehen	Die Wärme Q gibt an, wie viel innere Energie von einem Körper auf einen anderen übertragen wird. $\Delta E_i = W + Q$
• Abhängigkeit der Temperaturerhöhung von verschiedenen Größen kennen und experimentell überprüfen	Die Temperaturänderung $\Delta\vartheta$ hängt von der zugeführten Energie (Wärme) Q, der erwärmten Masse m und der spezifischen Wärmekapazität c des Stoffes ab: $Q = c \cdot m \cdot \Delta\vartheta$
• Arten der Übertragung von innerer Energie kennen	Innere Energie kann durch Wärmeleitung, Wärmeströmung und Wärmestrahlung übertragen werden.
• Modellversuch zum Treibhauseffekt beschreiben und Folgerungen für die Atmosphäre erkennen	Modellversuch: Infrarotstrahler ≙ Erdboden Luft in einer Dose ≙ Atmosphäre mit normalem CO_2-Gehalt Zugeführtes CO_2 ≙ vom Menschen erzeugte Treibhausgase
• Natürliche und anthropogene Beiträge zum Treibhauseffekt sowie Maßnahmen zur Einhaltung der Klimaschutzziele kennen	Treibhausgase absorbieren die vom Erdboden abgegebene Wärmestrahlung und strahlen sie zum Teil wieder in Richtung Erdboden ab. Durch Verbrennung fossiler Energieträger und Landnutzungsänderungen erhöht der Mensch den Anteil der Treibhausgase. Dadurch gelangt mehr Energie auf den Erdboden, der somit ein Strahlungsgleichgewicht bei einer höheren Temperatur erreicht.

(Abbildungen aus dem Lehrbuch Duden Physik 9, Cornelsen-Verlag)

• Strahlungsgleichgewicht in der Atmosphäre beschreiben	 (aus dem Klimakoffer der LMU, www.klimawandel-schule.de)
4. Profilbereich am NTG	
• Grundzüge der gegenseitigen Beeinflussung von Ozeanen und Klima verstehen • Rückkopplungen und Kippelemente im Klimasystem verstehen	Der Meeresspiegel steigt durch Schmelzen der Eisschilde und durch thermische Ausdehnung des Wassers. Die Ozeane verlangsamen die Erderwärmung, da sie viel Wärme speichern (hohe Wärmekapazität) und CO_2 aufnehmen. Positive Rückkopplung: Die Ursache verstärkt sich („Teufelskreis“), z. B. Eis-Albedo-Rückkopplung. Wird ein Kipppunkt überschritten, ist ein Prozess nicht mehr aufzuhalten, z. B. Abschmelzen er Eisschilde in Grönland und der Antarktis.
• Möglichkeiten zur Einsparung von Energie und Treibhausgasen sowie zur Nutzung regenerativer Energiequellen kennen	Bei Gebäuden kann der thermische Energiefluss durch Isolierung vermindert werden, sodass weniger Energie zum Heizen nötig ist. Der persönliche CO_2-Fußabdruck kann durch verschiedene Maßnahmen (Heizen, Ernährung, Mobilität usw.) verringert werden. Um die Erderwärmung wie gewünscht zu begrenzen, muss die Energieversorgung vollständig auf regenerative Quellen umgestellt werden (Wind, Photovoltaik, Wasser usw.).
• Spektren von Temperaturstrahlern interpretieren	 Mit steigender Oberflächentemperatur steigt die Strahlungsleistung und es werden zunehmend energiereichere Photonen ausgesendet.
• Die Auftriebskraft mit Hilfe des Schweredrucks in Flüssigkeiten erklären	Der Schweredruck in einer Flüssigkeit nimmt mit der Tiefe zu. Deshalb wirkt auf die Unterseite eines Körpers eine größere Druckkraft als auf die Oberseite. Die Differenz dieser Kräfte ist die Auftriebskraft; sie ist genauso groß wie die Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit (Prinzip von Archimedes).